

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Отделение школы (НОЦ) программной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы | |
|--|--|
| Разработка информационной системы поддержки принятия решений при выборе траектории лечения детей с ожирением | |
| УДК 004.415.2:613.95:613.25:616-08 | |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 8К4Б | Умецкая Ирина Александровна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор ОИТ ИШИТР | Берестнева Ольга Григорьевна | д.т.н., профессор | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Петухов Олег Николаевич | к.э.н | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|------------------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент ОКД ИШКНБ | Авдеева Ирина Ивановна | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОИТ ИШИТР | Чердынцев Евгений Сергеевич | к.т.н | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Код результатов | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требования ФГОС, критерии АИОР |
|-----------------|---|---|
| Р1 | Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1, 10, ПК-4, 5, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.1) |
| Р2 | Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач. | Требования ФГОС (ОК-11, 12, 13, ПК-1, 2, 11), критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.2) |
| Р3 | Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей. | Требования ФГОС (ОК-1, 8, ПК-2, 4, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.2) |
| Р4 | Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования. | Требования ФГОС (ОК-2, 3, ПК-3, 4, 5), критерий 5 АИОР (п. 1.3) |
| Р5 | Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем. | Требования ФГОС (ОК-6, ПК-6, 7), критерий 5 АИОР (п.1.4) |
| Р6 | Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать | Требования ФГОС (ОК-4, 15, 16, ПК-9, 10, 11), |

| | | |
|-----|--|---|
| | правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды. | критерий 5 АИОР (п. 1.5) |
| P7 | Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1, 4, ПК-1, 6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.1) |
| P8 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-14, ПК-7), критерий 5 АИОР (п. 2.2) |
| P9 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации. | Требования ФГОС (ОК-2, 3, 4), критерий 5 АИОР (п. 2.3, 2.4) |
| P10 | Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1, 5, 9), критерий 5 АИОР (п. 2.5) |
| P11 | Демонстрировать способность к самостоятельной к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии. | Требования ФГОС (ОК-6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.6) |

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР

Направление подготовки (специальность) 09.03.04 Программная инженерия

Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 8К4Б | Умецкой Ирине Александровне |

Тема работы:

Разработка информационной системы поддержки принятия решений при выборе траектории лечения детей с ожирением

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Создать систему для алгоритмической и информационной поддержки врачебных решений

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> – обзор литературных источников и публикаций; – первичная обработка и подготовка данных – анализ выбросов и пропущенных значений; – снижение размерности многомерных данных за счет выявления и отбора информативных признаков; – формирование набора правил (базы знаний), определяющих выбор траектории лечения; – формирование алгоритма принятия решения |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> | <p>Доцент ОСГН ШБИП Петухов Олег Николаевич</p> |
| <p>Социальная ответственность</p> | <p>Ассистент ОКД ИШКНБ Авдеева Ирина Ивановна</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | |
|--|--|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор ОИТ ИШИТР | Берестнева Ольга Григорьевна | д.т.н., профессор | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 8К4Б | Умецкая Ирина Александровна | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 8К4Б | Умецкой Ирине Александровне |

| Школа | ИШИТР | Отделение школы (НОЦ) | Информационных технологий |
|---------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 09.03.04 Программная инженерия |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|---|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Система поддержки принятия врачебных решений при выборе тактики лечения детей с ожирением будет использоваться на персональном компьютере. Объектом исследования является рабочее место, представляющее собой помещение с персональным компьютером. |
|--|---|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения | Проведен анализ выявленных вредных и опасных факторов производственной среды, таких как: <ul style="list-style-type: none"> – освещенность – повышенный уровень шума; – отклонение показателей микроклимата. – умственное перенапряжение; – монотонность труда; Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – Электрический ток; – Короткое замыкание; – Статическое электричество. |
| 2. Экологическая безопасность | Утилизация используемой оргтехники, компьютеров и люминесцентных ламп. |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях | Защита в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичная ЧС – пожар; – принятие превентивных мер по предупреждению ЧС |
| 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> - Специальные правовые нормы законодательства - организационные мероприятия при |

| | |
|--|--|
| | <p>компоновке рабочей зоны</p> <p>Нормативные технические документы:</p> <p>– СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03.</p> <p>– ТК РФ Консультант Плюс – надежная правовая служба. Трудовой Кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс].</p> <p>– Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 03.06.2003 № 118 [Электронный ресурс].</p> |
|--|--|

| | |
|---|-------------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.03.2018 |
|---|-------------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------|------------------------|---------|------------|
| Ассистент | Авдеева Ирина Ивановна | | | 01.03.2018 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 8К4Б | Умецкая Ирина Александровна | | 01.03.2018 |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 8К4Б | Умецкой Ирине Александровне |

| Школа | ИШИТР | Отделение | Информационных технологий |
|---------------------|-------------|---------------------------|------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 09.03.04. Программная инженерия |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Разработка информационной системы поддержки принятия решений при выборе траектории лечения детей с ожирением |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | - Методы коммерциализации результатов инженерных решений; |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | - Определение трудоемкости выполнения работ; - Расчет материальных затрат НИ; - Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; - Отчисления во внебюджетные фонды; - Накладные расходы; - Проведение анализа безубыточности проекта |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|------------------------|
| 1. <i>Матрица SWOT</i> |
| 2. <i>График Ганта</i> |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Петухов Олег Николаевич | к.э.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 8К4Б | Умецкая Ирина Александровна | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: ИШИТР

Направление подготовки (специальность): 09.03.04 «Программная инженерия»

Уровень образования: бакалавриат

Отделение школы (НОЦ): ИТ

Период выполнения: осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 20.04.2018 | Раздел 1. Анализ предметной области | |
| 30.04.2018 | Раздел 2. Методы для решения поставленных задач | |
| 10.05.2018 | Раздел 3. Реализация проекта | |
| 20.05.2018 | Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | |
| 31.05.2018 | Раздел 5. Социальная ответственность | |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Профессор ОИТ ИШИТР | Берестнева О.Г. | д.т.н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОИТ ИШИТР | Чердынцев Е.С. | к.т.н. | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 75 страниц, 28 рисунков, 11 таблиц, 32 источника литературы.

Ключевые слова: информационная система, система поддержки принятия решений, база знаний, разработка алгоритма, ожирение.

Объектом исследования является актуальная в наше время проблема избыточной массы тела у детей и подростков.

Цель исследования – разработка алгоритмической базы системы поддержки принятия врачебных решений при выборе тактики лечения.

Задачи:

- анализ существующих методов и подходов обработки многомерных данных;
- оценка информативности клинико-лабораторных показателей;
- формирование алгоритма принятия решения для выбора траектории лечения.

В работе выполнен обзор литературы и анализ предметной области. Рассчитана информативность клинико-лабораторных показателей для 5 групп лечения, на основе, которой сформировали базу знаний. В качестве метода представления базы знаний выбрано построение дерева решений.

Перечень условных обозначений, единиц и терминов

Система поддержки принятия решений – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Ожирение – это хроническое нарушение обмена веществ, сопровождающееся избыточным отложением жировой ткани.

Информативные признаки – полезная информация для конкретной цели, полученная из исходной информации.

Дерево принятия решений – средство поддержки принятия решений, использующееся в статистике и анализе данных для прогнозных моделей.

СППВР – система поддержки принятия врачебных решений

НИИ – научно-исследовательский институт

Содержание

| | |
|--|----|
| Реферат | 10 |
| Перечень условных обозначений, единиц и терминов | 11 |
| Введение..... | 14 |
| Глава 1 Анализ предметной области..... | 15 |
| 1.1 Обзор литературы | 15 |
| 1.2 Описание предметной области | 17 |
| Глава 2 Методы для решения поставленных задач | 20 |
| 2.1 Выбор метода решения..... | 20 |
| 2.1.1 База знаний | 20 |
| 2.2.2 Дерево решений | 23 |
| Глава 3 Реализация проекта | 25 |
| 3.1 Первичная обработка данных | 25 |
| 3.2 Оценка информативности по Кульбаку..... | 32 |
| 3.3 Оценка информативности клинико-лабораторных показателей | 34 |
| 3.4 Описание операторов в Rapid Miner | 38 |
| 3.5 Построение дерева решений | 41 |
| 3.6 Алгоритм СППВР для выбора тактики лечения..... | 42 |
| Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 45 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 45 |
| 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования | 45 |
| 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений..... | 46 |
| 4.1.3 Технология QuaD | 48 |
| 4.1.5 SWOT-анализ | 49 |
| 4.3 Планирование научно-исследовательских работ | 50 |
| 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования..... | 51 |
| 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ..... | 51 |
| 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования..... | 53 |
| 4.4 Бюджет научно-технического исследования | 54 |

| | |
|--|----|
| 4.5 Расчет материальных затрат | 54 |
| 4.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) | 55 |
| 4.7 Расчет затрат на научные и производственные командировки | 56 |
| 4.8 Накладные расходы | 56 |
| 4.9 Контрагентные расходы | 56 |
| 4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта | 56 |
| Выводы по разделу | 57 |
| Глава 5 Социальная ответственность | 58 |
| 5.1 Производственная безопасность | 58 |
| 5.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов | 58 |
| 5.1.2 Микроклимат | 59 |
| 5.1.3 Освещенность рабочей зоны | 60 |
| 5.1.4 Уровень шума и вибрации на рабочем месте | 60 |
| 5.1.5 Нервно-психические перегрузки | 61 |
| 5.1.6 Высокий уровень статического электричества в рабочем помещении | 62 |
| 5.1.7 Короткое замыкание | 63 |
| 5.1.8 Электрический ток | 63 |
| 5.2 Экологическая безопасность | 64 |
| 5.3 Пожарная и взрывная безопасность | 65 |
| 5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 68 |
| 5.5 Специальные правовые нормы трудового законодательства | 68 |
| 5.6 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны | 69 |
| Выводы по разделу | 70 |
| Заключение | 71 |
| Список источников | 72 |

Введение

Здравоохранение неотъемлемая часть нашего общества, и для медицинских учреждений необходимо эффективно выполнять свою работу. Большие объемы данных и ограниченность временных ресурсов при выборе лечения может приводить к снижению эффективности работы, и как следствие приводить к врачебным ошибкам. Для решения таких проблем может служить внедрение информационных технологий в область медицины.

Объектом исследования является проблема ожирения у детей и подростков. Предмет исследования – многомерный массив данных клинико-лабораторных показателей пациентов.

Цель исследования – разработка алгоритмической базы системы поддержки принятия врачебных решений при выборе лечения детей страдающих избыточной массой тела.

Задачи:

- обзор литературных источников и публикаций;
- первичная обработка и подготовка данных – анализ выбросов и пропущенных значений;
- снижение размерности многомерных данных за счет выявления и отбора информативных признаков;
- формирование набора правил (базы знаний), определяющих выбор траектории лечения;
- формирование алгоритма принятия решения.

Разработка систем поддержки принятия врачебных решений актуальна по причине частых диагностических ошибок и неправильных назначений врачей.

Актуальность исследования обусловлена тем, что большие объемы медицинских данных требуют оперативной обработки, а также важно стабилизировать долю населения России страдающих ожирением.

Глава 1 Анализ предметной области

1.1 Обзор литературы

В настоящее время медицинские задачи могут решаться с помощью активно развивающихся информационных технологий, охватывающих практически все стороны деятельности медицинских организаций, включая управление ресурсами, лечебным процессом и оказание медицинской помощи [1]. Одним из наиболее перспективных направлений является разработка систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР). Автоматизированные системы оказываются наиболее эффективными в лечении по сравнению с эмпирическими способами, усилия многих специалистов в области информационных технологий направлены на проектирование именно такой системы, которая сможет алгоритмизировать процесс принятия решения, основываясь на знаниях экспертов.

СППВР служат основой для создания принципиально новых подходов к решению традиционных задач в здравоохранении, таких как наблюдение пациента, консультация, принятие решение по дальнейшему лечению [2, 3]. В ходе анализа научных публикаций по данной теме выявлено, что разработки и исследования в этой области ведутся во всем мире и в различных направлениях. В здравоохранении, например, авторами Атьков О., Кудряшов Ю., Прохоров А. [4] была разработана система для использования в области сердечно-сосудистых заболеваний, система помогает врачу выбирать клинические решения при работе с пациентами по восьми сердечно-сосудистым заболеваниям (острый коронарный синдром, артериальная гипертензия и другие). Найданов Ч.А. [5] в своей статье описал СППВР для получения рекомендаций по возникновению и снижению риска для появления критических состояний в предметной области «Деформации и дегенеративные заболевания позвоночника». Так же ведутся разработки врачебных систем в дерматовенерологии, фармакотерапии, кардиологии [6-9]. СППВР применима в лечебно-диагностическом процессе больных с

сахарным диабетом [10], для диагностики и терапии артериальной гипертензии, для анализа больных с ишемической болезнью сердца [11, 12].

Авторы различных статей анализируют возможности применения в СППВР нечеткой классификации, генетических алгоритмов, методов оценки рисков [3,7]. Многие системы находятся не только на стадии разработки, но уже успешно внедрены. В Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина внедрена система для решения задач диагностики острых лейкозов. Данная система позволяет врачу проводить оценку характеристик клеток крови, делать заключения касательно типа клетки крови[13]. Существуют некоторые экспертные системы в области медицины: MYCIN – диагностирование бактерий и диагностика заболеваний свертываемости крови; DENDRAL – определение молекулярной структуры; CASNET – диагностика глаукомы; DXplain поддержка клинических решений; Germwatcher – диагностика инфекций; Puff – анализ нарушения дыхания. Среди российских разработок наиболее известны экспертные системы: ДИН (распознавание неотложного состояния) и ДИАГЕН (диагностика наследственных болезней у детей).

Считается, что к началу XXI века избыточную массу тела имело около 30% населения планеты [14]. В журнале The Lancet опубликована статья, в которой Международная группа ученых сообщила статистические данные по ожирению детей за последние 40 лет. Отмечается, что одной из крупнейших угроз здоровью людей на планете в настоящее время является избыточная масса. Авторы работы использовали данные по массе тела 31,5 миллиона человек из 200 стран мира в возрасте от 5 до 19 лет за период с 1975 по 2016 год. Оказалось, что в 1975 году 11 миллионов детей и подростков имели ожирение. В 2016 же году уже 124 миллиона [15]. Что касается Томской области, в одном исследовании ученые обследовали 524 студентов. Оценка производилась по следующим показателям: индекс массы тела, гигиена питания и физическая активность. В результате исследования оказалось, что

86 % студентов-юношей имеют нормальную массу тела, 4 % – недостаток, избыток веса – 9 %, ожирением страдает 1 % [16].

В качестве основного показателя, используемого для оценивания избыточного веса, широко применяется индекс массы тела (ИМТ). Однако при отнесении пациента к категории с ожирением, следует учитывать и другие показатели, ИМТ следует считать приблизительным критерием, так как у разных людей он может соответствовать разной степени полноты [17]. Из обзора видно, что такие темы, как СППВР в области здравоохранения, лечение детей с избыточной массой тела являются актуальными на сегодняшний день.

1.2 Описание предметной области

На базе детского отделения ТНИИКиФ было проведено клиническое исследование, в котором приняли участие 464 ребенка, страдающих избыточной массой тела в возрасте от 10 до 15 лет. Данные представлены в виде многомерной таблицы, содержащей 212 объекта (пациента), характеризующиеся 55 признаками (значениями клинико-лабораторных показателей до и после лечения). В зависимости от степени ожирения пациенту назначается комплекс лечения (всего 5 комплексов). Признаки разделены на несколько физиологических групп (рис.1).



Рис.1 Группы показателей

Основные показатели, на основе которых проводилось исследование:

- **Клиника:**

ОТ – объем талии

ОБ – объем бедер

Масса – масса тела

Избыток, % – избыток массы тела

ТМТ – тощая масса тела

ИМТ – индекс массы тела

- **Сердечно-сосудистая система:** САД, мм рт.ст – систолическое артериальное давление и ДАД, мм рт.ст – диастолическое артериальное давление

- **Физическая работоспособность:**

НОМА – индекс инсулинорезистентности Хома

ТФН – толерантность к физической нагрузке

Дв.пр. – двойное произведение (насыщение миокарда кислородом)

Общая р-ть – общая работоспособность

- **Липидный обмен:**

Общие липиды – общие липиды крови

ТАГ – содержание триацилглицеридов в сыворотке крови

αХС – содержание альфа-холестерина в сыворотке крови

ЛПНП – липопротеиды низкой плотности

ЛПОНП – липопротеиды очень низкой плотности

- **Биохимия крови:**

ЩФ – щелочная фосфатаза

Каталаза – каталаза сыворотки крови

МДА – малоновый диальдегид в сыворотке крови

Церулоплазмин – содержание сиаловых кислот в сыворотке крови

- **Гормональный статус:**

Кортизол – содержание кортизола в сыворотке крови

Инсулин – содержание инсулина в сыворотке крови

ИЛ-6 – содержание интерлейкина 6

ИЛ-4 – содержание интерлейкина 4

Лептин – содержание лептина

ТТГ (0,23-3,4) – содержание тиреотропного гормона в сыворотке крови

ТЗ (1,0-2,8) – содержание трийодтиронина в сыворотке крови

ФНО (не >2,5 пг/мл) – содержание фактора некроза опухоли

АТ ТПО (до 30) – антитела к тиреопероксидазе в сыворотке крови

Т4 (53-58) – содержание тетраiodтиронина

- **Иммунологический статус**

IgA – концентрация иммуноглобулина А в сыворотке крови

IgG – концентрация иммуноглобулина G

IgM – концентрация иммуноглобулина М

Лизоцим – активность лизоцима

ЦИК, Тхел (Т-хелперы 33-50%), Т-суп (Т-супрессоры 16-39 %), В-лим (В-лимфоциты 6-23%) – циркулирующие иммунные комплексы в сыворотке крови

- **Состояние калликреин-кининовой системы:**

КК – уровень каллектрина

ПИ – протромбиновый индекс

АПФ – ангиотензинпревращающий фермент

МГ – макроглобулин

- **Окислительная способность плазмы крови:**

NO – содержание оксида азота в крови

окЛПНП – окисление липопротеидов низкой плотности в сыворотке крови

Глава 2 Методы для решения поставленных задач

2.1 Выбор метода решения

2.1.1 База знаний

Знания – это закономерности, принципы и законы предметной области, полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области. Знания основаны на данных, полученных эмпирическим путем.

База знаний - совокупность фактов и правил вывода, допускающих логический вывод и осмысленную обработку информации [18].

База знаний в отличие от базы данных содержит в себе не только фактическую информацию, но и правила вывода, позволяющие делать автоматические умозаключения об уже имеющихся или вновь вводимых фактах и тем самым производить осмысленную обработку информации. База знаний является основным компонентом интеллектуальных и экспертных систем. Содержимое базы знаний подразделяют на факты и правила. Факты – это простые утверждения о характеристиках объекта, а правила служат для зависимостей между фактами.

Системы, основанные на знаниях, реализуются на базе следующих интеллектуальных алгоритмов.

1. Экспертные системы – системы, способные принимать решения, схожие с решениями экспертов.

При создании базы знаний можно выделить несколько этапов: выбор предметной области, для которой будет разрабатываться база знаний; извлечение знаний; следующий этап – структурирование собранных данных, выделяются основные понятия и взаимосвязи между ними, структура информации на входе и выходе, алгоритм принятия решений; на последнем этапе полученные знания описываются на одном из языков представления знаний.

Так же при создании базы знаний необходимо выбрать модель представления знаний, ведь целью представления знаний является организация нужной информации в форму, удобной для восприятия информации и для принятия решений. Существуют различные модели представления знаний, но большинство из них могут относиться к следующим классам [19]:

- Продукционные модели – в таких моделях знания представляются в виде: «Если (условие), то (действие)». Условие – предложение, по нему происходит поиск в базе знаний, действие – выполняются, если поиск успешно осуществился.

- Семантические сети – позволяют описывать свойства и отношения объектов событий или действий с помощью узлов и дуг в виде ориентированного графа. Объектам соответствуют узлы сети, а отношениям – соединяющие их дуги.

- Фреймы – это структура или абстрактный образ для описания ситуации, состоящая из характеристик и их значений. Характеристики называются слотами, а значения – заполнителями слотов. Слот может содержать не только конкретное значение, но и имя функции, позволяющей вычислить его по заданному алгоритму, а также одно или несколько правил, с помощью которых это значение можно найти. Совокупность фреймов представляет собой иерархическую структуру, на верхнем уровне иерархии находится фрейм, содержащий наиболее общую информацию, истинную для всех остальных фреймов. Фреймы обладают способностью наследовать значения характеристик своих родителей, находящихся на более высоком уровне иерархии[20]

2. Нечёткая логика;

Базу знаний можно построить, используя нечеткий логический вывод Мамдани или вывод Сугено. Данные алгоритмы можно реализовать в пакете Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB. Так же известны алгоритмы нечеткого вывода Ларсена, Цукамото.

Этапы нечеткого вывода:

- Создание правил в виде ПРАВИЛО_1: ЕСЛИ "Условие_1" ТО "Заключение_1".
 - Фаззификация входных переменных - каждому значению отдельной входной переменной ставится в соответствие значение функции принадлежности для переменной x .
 - Нечёткий вывод или нахождение степеней истинности (уровней «отсечки») для предпосылок («Условие_1», «Условие_2», ..., «Условие_n») каждого из правил.
 - Активизация подзаключений. Для этой цели можно использовать один из модифицированных методов нечёткой композиции (\min – активизация, prod – активизация, average – активизация).
 - Аккумуляция заключений нечетких правил продукций.
- Дефаззификация в системах нечеткого вывода представляет собой процедуру или процесс нахождения значения для каждой из выходных лингвистических переменных множества. На этапе дефаззификации может быть применён метод центра тяжести или метод биссектрисы площади [21].

3. Нейронные сети;

Наибольшее распространение в настоящее время получили архитектуры нечеткой нейронной сети вида ANFIS и TSK для создания базы знаний. ANFIS — это искусственная нейронная сеть, основанная на нечеткой системе вывода Такаги-Сугено. Вывод такой системы соответствует набору нечетких правил «если-то», которые имеют способность к обучению. Простой контроллер Такаги-Сугено с двумя входами и двумя правилами: ЕСЛИ $P_{11}(x_1)$ И $P_{12}(x_2)$ ТО $f_1(x_1, x_2)$. ЕСЛИ $P_{21}(x_1)$ И $P_{22}(x_2)$ ТО $f_2(x_1, x_2)$. Задача сетей TSK и Ванга-Менделя состоят в отображении пар данных (x, d) , чтобы ожидаемое значение, соответствующее входному параметру вектору x , формировалось выходной функцией сети $y(x)$.

4. Генетические алгоритмы.

Генетический алгоритм – алгоритм поиска, применяется в решениях задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Получившаяся случайным образом начальная популяция решений подвергается воздействию генетических операций (например, селекция, скрещивание и мутация). В результате чего производится новая популяция решений с улучшенными значениями целевой функции. Процесс повторяется до нахождения оптимума [22].

Для решения интеллектуальных задач используются специальные представления знаний – PROLOG, LIST, SMALLTALK. Средствами создания системы базы знаний могут быть языки программирования – C, Basic, Pascal.

5. Другим методом представления базы знаний, использующееся в статистике является **дерево принятия решений**. Основные компоненты дерева: листья и ветки. Атрибуты, от которых зависит целевая функция, записываются на ветках, значения целевой функции - в листьях. Дерево решений – это способ представления логических правил в иерархической структуре.

Для решения задачи формирования базы знаний был выбран метод построения дерева решений, как один из наиболее популярных и дающих хороший результат.

2.2.2 Дерево решений

Общий алгоритм построения дерева решений включает следующие пункты:

- Выбор очередного атрибута A , помещение данного атрибута в корень. Для выбора атрибута существуют различные алгоритмы, например, ID3, где выбор атрибута происходит на основании прироста информации (gain), либо на основании критерия Джини; алгоритм C4.5, где выбор атрибута происходит на основании нормализованного прироста информации

(gain ratio); алгоритм CART предназначен для построения бинарного дерева решений, каждый узел дерева при разбиении имеет только двух потомков. В результате работы этих алгоритмов могут получаться слишком детализированные деревья, которые при их дальнейшем использовании дают множество ошибок. Это связано с явлением переобучения. Для сокращения деревьев используется отсечение ветвей (pruning).

- Для всех значений i выбранного атрибута оставляем только те тестовые примеры, у которых значения атрибута A равно i .
- Рекурсивное построение дерева в этом потомке. Рекурсивное разбиение означает неоднократное разделение на значения входных атрибутов [23].

Глава 3 Реализация проекта

3.1 Первичная обработка данных

Первичная обработка данных направлена на упорядочивание информации об исследуемом объекте. На данной стадии исходные сведения группируются по тем или иным признакам, заносятся по таблицам. Исходные данные необходимо анализировать, выявлять информацию с некорректными данными, предоставлять в удобной для работы форме, хорошо представленные сведения дают исследователю понять общую картину всей совокупности данных. Обработка может быть направлена на решение следующих задач:

- упорядочивание исходных данных;
- обнаружение и устранение ошибок, некорректно введенных данных, выбросов, пробелов в сведениях;
- выявление скрытых закономерностей и связей.

Обработка данных является важной составляющей в анализе данных, ведь, качество обработки влияет на конечный результат исследования. Очень часто в исследуемых данных встречаются выбросы. В статистике выбросами являются значения, которые резко отличаются от других значений в собранном наборе данных. Причинами выбросов могут быть ошибки измерений, ошибки ввода данных, действия конкретных факторов на объект. Диагностируя выбросы, необходимо быть предельно внимательным, так как, если исключить нужные для анализа данные, можно допустить ошибку. Наиболее распространенный способ определения выбросов – диапазон трех стандартных отклонений вокруг среднего значения. Но данный метод теряет смысл, если функция распределения отличается от нормальной или объем выборки недостаточно большой. Диагностируя выбросы, легко допустить ошибку, исключив нужные для анализа данные. Определить выбросы можно, используя гистограммы, точечные и ящичные диаграммы, диаграммы индивидуальных значений, рассеивания, временных рядов.

Для определения выбросов воспользуемся графическим анализом наблюдений, с помощью которого легко распознать значения, лежащие за пределами наблюдений, а именно диаграммой размахов («ящик с усами»). Данная диаграмма может быть построена в различных программных продуктах, наиболее известные из них RStudio, Statistica, Excel. В RStudio для построения диаграммы размахов служит функция **boxplot()**.

В RStudio при построении данной диаграммы используются устойчивые оценки центральной тенденции (медиана) и разброса (интерквартильный размах, ИКР). Нижний квартиль – это величина, ниже которой лежит 25% значений из набора данных. Верхний квартиль – величина, выше которой лежит 75% значений. Верхний ус - расстояние от верхней границы ящика до наибольшего выборочного значения, находящегося в пределах расстояния $1.5 \cdot \text{ИКР}$ от этой границы, нижний ус аналогично [24]. Наблюдения, находящиеся за пределами усов считаются выбросами.

Описание диаграммы при использовании данной функции представлено на рис.2.

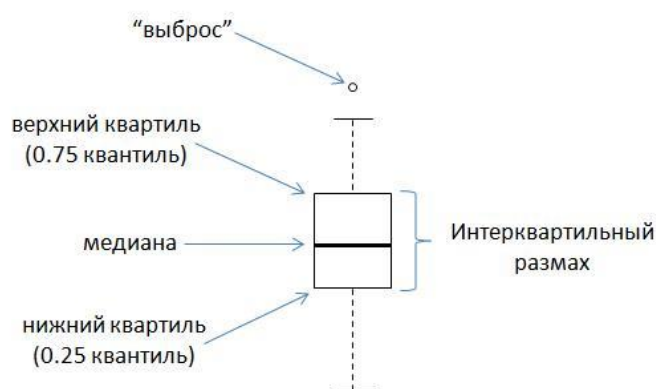


Рис.2 Схема диаграммы размахов

Так как исходные данные хранятся в Excel файле, для считывания данных из файла в RStudio необходимо подключить библиотеку **library(readxl)**. Для построения диаграммы размахов воспользуемся функцией **boxplot(TMT ~ group, data = data)**, пусть показатели (*TMT*, *ИМТ* и другие) будут зависеть от переменной *group*. Например, возьмем показатель *тощая масса тела (TMT)*.

На рис.3 представлена диаграмма размахов признака *TMT*. На диаграмме по вертикали расположены значения показателей, по горизонтали 5 групп лечения.

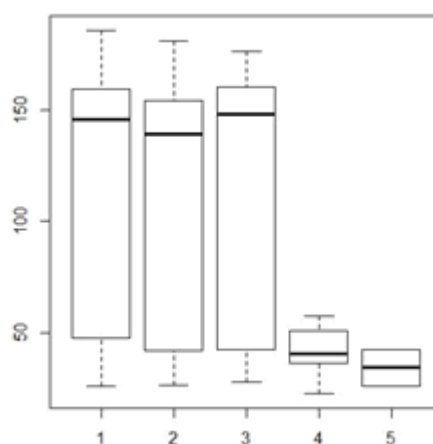


Рис.3 Диаграмма размахов показателя *TMT*

На рисунке видно, что показатель не имеет выбросов в значениях, диаграмма наглядно показывает, что для каждой группы лечения медиана разная. При анализе выбросов показателя *индекса массы тела (ИМТ)* получились выбросы в первой группе 47,3, во второй группе 18,5, в третьей группе 44,3 (рис.4). На рис.5 представлена диаграмма после удаления выбросов.

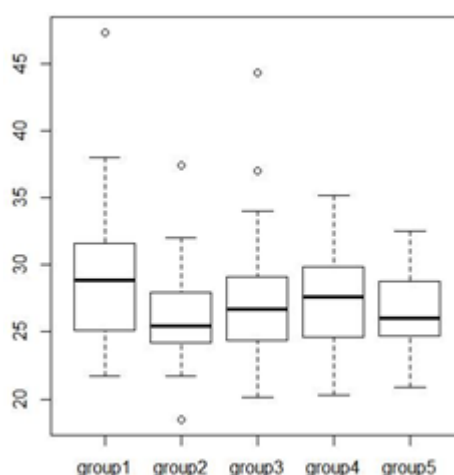


Рис.4 Диаграмма размахов показателя *ИМТ*

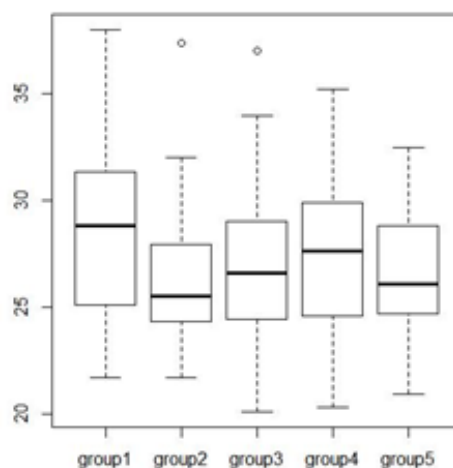


Рис. 5 Диаграмма размахов *ИМТ* после удаления выбросов

Оставшиеся два значения лежат в пределах первой группы, значения являются допустимыми, возможно, пациенты могут относиться к первой группе. При первичной обработке данных, попадались показатели без выбросов, с множеством выбросов, с одним или двумя. Примером диаграммы размахов с одним выбросом является показатель *систолическое артериальное давление (САД)*, получился один выброс в третьей группе со значением 80. На рис. 6, 7 представлены диаграмма размахов *САД* до и после удаления выброса соответственно.

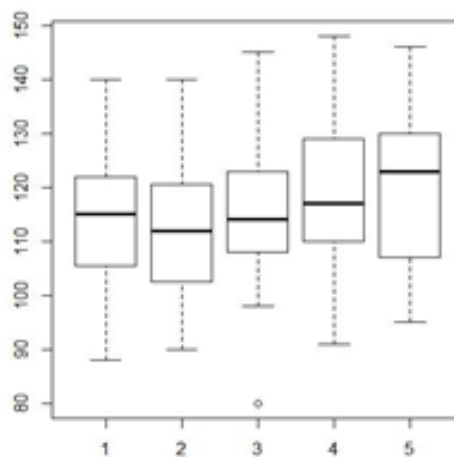


Рис.6 Диаграмма размахов показателя *САД*

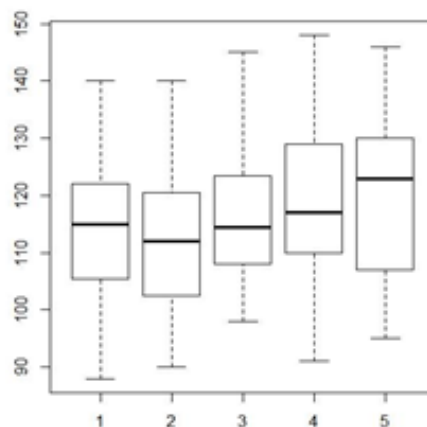


Рис.7 Диаграмма размахов показателя *САД* без выброса

Далее на рис. 8, 9 представлен анализ выбросов для показателя *циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК)*.

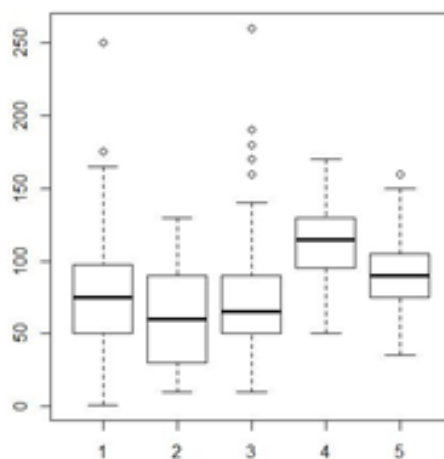


Рис.8 Диаграмма размахов показателя *ЦИК*

Из диаграммы видно, что в первой группе имеются следующие выбросы: 250, 175, в третьей группе: 170, 190, 260, 180.

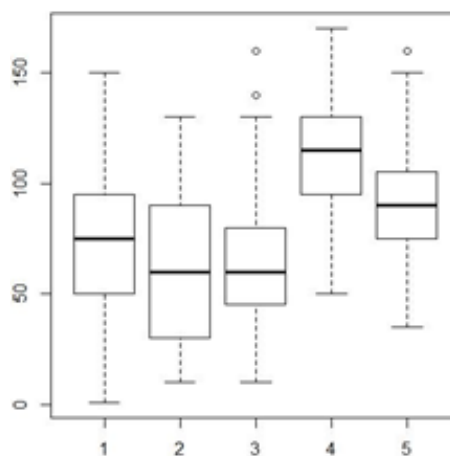


Рис.9 Диаграмма размахов показателя *ЦИК* после удаления выбросов

Анализ выбросов производится совместно с медицинскими экспертами, оставшиеся значения не являются выбросами, они считаются допустимыми значениями. Эти значения не следует удалять, так как удаление может привести к искажению результатов, удаляются только те, которые одобрены медицинскими специалистами. Следующий пример, показывает выброс, получившийся в результате ошибки ввода данных, опечатки специалиста (рис.10).

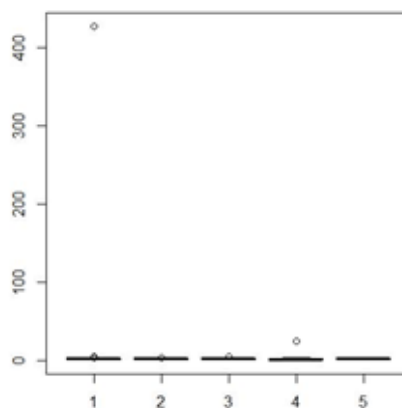


Рис.10 Диаграмма размахов показателя *IgA*

В основном все значения показателя *концентрация иммуноглобулина А в сыворотке крови (IgA)* лежат в пределах от 0 до 5. Значение 427 в первой группе – точно экстремальный выброс, так как при внесении данных специалист должен был ввести значение 4,27. Экстремальный выброс – это те выбросы, которые расположены за пределами первой и третьей квантили более $3 \cdot \text{ИКР}$. В четвёртой группе видим выброс равный 24. На рис.11 диаграмма размахов признака *IgA* после удаления выбросов.

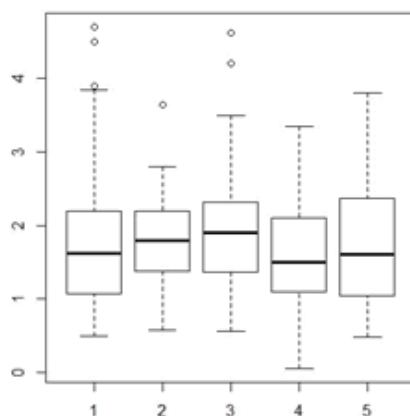


Рис.11 Диаграмма размахов показателя *IgA* после удаления выбросов

Оставшиеся значения являются умеренными выбросами. Это выбросы, которые расположены ниже первой квартили и выше третьей от $1.5 \cdot \text{ИКР}$, но не более $3 \cdot \text{ИКР}$. В следующих примерах хорошо видны экстремальные и умеренные выбросы. На рис. 12,13 изображены диаграммы выбросов для показателя *лизоцим*. Выброс в первой группе 80, в третьей 4, в четвертой 16.

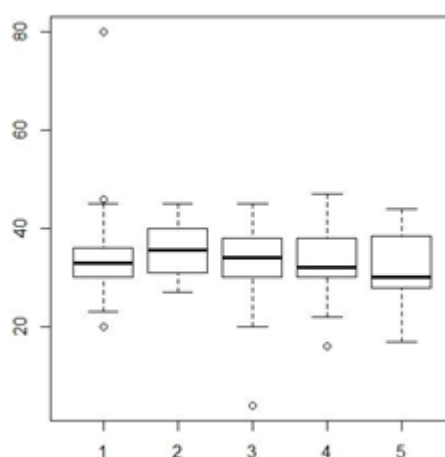


Рис.12 Диаграмма размахов показателя *лизоцим* после удаления выбросов

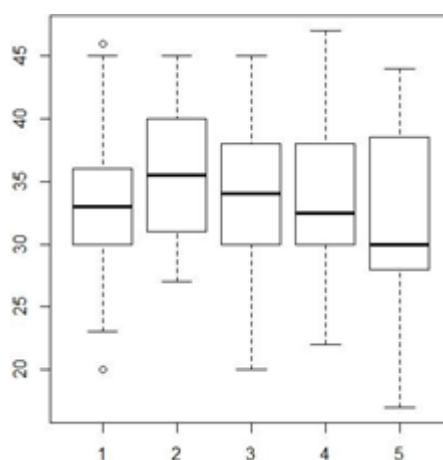


Рис.13 Диаграмма размахов показателя *лизоцим* после удаления выбросов

На рис. 14 изображена диаграмма выбросов для показателя *макроглобулин (МГ)*.

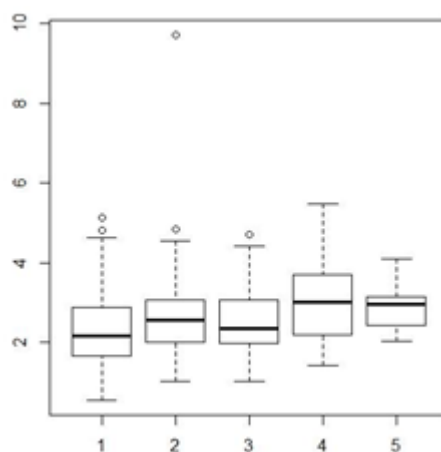


Рис.14 Диаграмма размахов показателя MG

Из рисунка видим один экстремальный выброс равный 9,72. После удаления данного выброса получаем следующую диаграмму (рис.15).

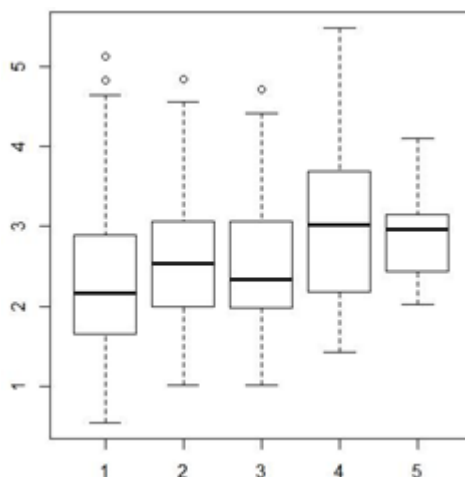


Рис.15 Диаграмма размахов показателя MG без выброса

Оставшиеся умеренные выбросы не удаляются, такие ситуации могут появляться в результате недостаточного набора данных, в результате неверно классифицированных объектов (отнесения пациента к другой группе лечения), присутствия объектов из других выборок (например, снятие определённого показателя у пациента в других условиях).

3.2 Оценка информативности по Кульбаку

Выделяют два подхода к оценке информативности – энергетический и информационный. Первый заключается в том, что информативность оценивается по величине показателя. Все показатели упорядочиваются по величине и чем больше величина, тем информативней считается признак. В

информационном подходе информацией показателя считается достоверное различие между классами объекта в пространстве признаков. Например, если решается задача отнесения объекта к одному из двух классов, тогда в качестве достоверного различия может быть различие распределений вероятностей показателя, построенных по выборкам из этих классов.

Один из известных методов оценки информативности – метод Кульбака. Воспользуемся этим методом в исследовании при решении задачи оценки информативности клинико-лабораторных показателей.

Метод Кульбака предлагает в качестве оценки информативности – меру расхождения между двумя классами, которая называется дивергенцией. Информативность вычисляется по формуле:

$$J(x_i/A_1, x_i/A_2) = \sum_j \lg \frac{P(x_{ij}/A_1)}{P(x_{ij}/A_2)} [P(x_{ij}/A_1) - P(x_{ij}/A_2)] \quad (1)$$

$J(x_i/A_1, x_i/A_2)$ – информативность признака,

P_1 – вероятность попадания признака в первом классе A_1 ,

P_2 – – вероятность попадания признака во втором классе A_2 ,

j – номер диапазона признака x_i .

$J(x_i)$ – величина всегда будет положительной. Это связано со свойством логарифмов. Если числитель логарифмической дроби больше знаменателя, то логарифм отношения вероятностей будет положительной величиной. Если числитель логарифмической дроби меньше знаменателя, то логарифм отношения вероятностей и разность вероятностей будут отрицательными величинами и при перемножении дадут положительную величину. Таким образом, величина $J(x_i)$, будучи всегда положительной, отразит абсолютное значение вклада данного диапазона в приближении к любому правильному диагностическому порогу [25]. Метод Кульбака служат для определения информативности признака, который участвует в распознавании двух классов объектов, по данному методу объемы выборки данных могут быть различны.

Этапы расчёта информативности:

1. Были взяты показатели до и после лечения из одной группы.
2. Далее определяли для каждого признака минимальное и максимальное значение.
3. Задавали количество интервалов распределения и подсчитывали количество значений, которые попадают в каждую группу (всего 5 групп).
4. Рассчитывали вероятность попадания признака в группу 1 (до лечения) и в группу 2 (после лечения).
5. По формуле, приведенной выше, рассчитывали информативность.

3.3 Оценка информативности клинико-лабораторных показателей

Определение информативной ценности связано с необходимостью выделения из множества признаков наиболее информативных, получаемых при обследовании больных, которые характеризуют психофизическое состояние объекта. Исследуем информативность признаков в каждой из пяти групп лечения. Исходные данные были разделены на две выборки: выборка A1 – показатели до лечения, выборка A2 – показатели после лечения. Информативность рассчитывалась с помощью программного продукта «NPP», созданной командой ТПУ, занимающейся данной темой. В программе есть возможность выбрать исходные данные, добавить анализируемые признаки, задать диапазоны, рассчитать вероятность попадания значений признака в каждый диапазон и произвести расчёты информативности. На рис.16 представлен интерфейс программы.

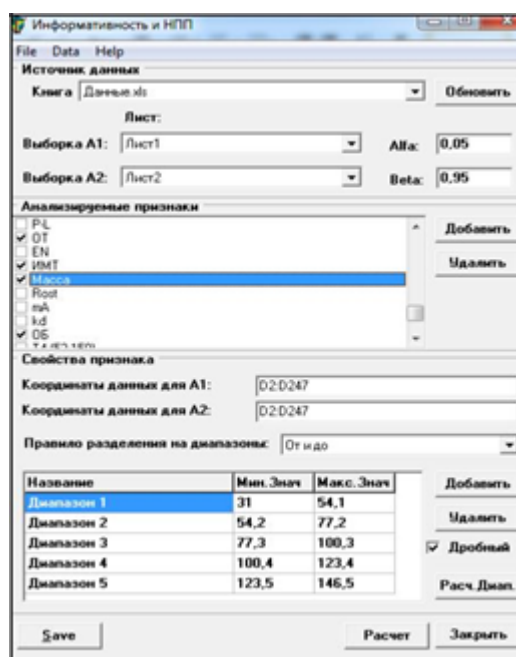


Рис.16 Расчет информативности в программе

Исходя из результатов, полученных с помощью программы, можно составить общую таблицу информативности по 5 группам лечения. В таблице 1 приведены наиболее информативные признаки в каждой группе.

Таблица 1 - Информативные признаки в каждой группе

| Группа | Список информативных признаков |
|--------|---|
| 1 | НО (9,56), ТФН (9,35), ТМТ (7,91), ИЛ-6 (6,32), лептин (2,58) |
| 2 | НО (22,8), окЛПНП (12,25), ЦИК (11,14), Каталаза (9,94), Тхел (7,9), Церулоплазмин (7,71), МДА (7,46) |
| 3 | МДА (11,03), ИЛ-6 (6,58), Дв. Пр.(5,98), КК (4,23), ЛПНП (2,98), ЛПОНП (2,75), НОМА (2,73), Кортизол (2,69), ПИ (2,68) |
| 4 | ИЛ-4 (6,88), САД, мм.рт.ст (6,23), АПФ (5,02), ЛПОНП (4,61), КК (4,09), ПИ(3,37), МГ (2,8), IgG (2,69), Лизоцим (2,65), ТФН (2,44), IgA (2,1) |
| 5 | ПИ (18,43), МГ (9,57), НОМА (9,35), Общая р-ть (8,15), ИМТ (6,73), САД, мм.рт.ст (7,11), КК (5,98) |

По таблице видно, что комплексы лечения по-разному влияют на физиологические системы организма, из-за чего получилось разная информативность признаков. Для каждой физиологической группы были построены графики наиболее информативного и менее информативного признака. Рассмотрим примеры графиков информативных признаков. Возьмем признак *NO* группы лечения 1 из физиологической группы «Окислительная способность плазмы крови», признак *АПФ* группы лечения 4 из физиологической группы «Состояние калликреин-кининовой системы». На рис. 17 представлены вероятности попадания значений данных в диапазоны.

| | A | B | C | D |
|----|------------|------------|------------|------------|
| 1 | NO | Диапазон | Выборка A1 | Выборка A2 |
| 2 | Диапазон 1 | 4,2..9,1 | 14% | 0% |
| 3 | Диапазон 2 | 9,2..14 | 41% | 5% |
| 4 | Диапазон 3 | 14,1..18,9 | 32% | 50% |
| 5 | Диапазон 4 | 19..23,8 | 5% | 35% |
| 6 | Диапазон 5 | 23,9..29,1 | 5% | 10% |
| 7 | АПФ | Диапазон | Выборка A1 | Выборка A2 |
| 8 | Диапазон 1 | 22,7..27,8 | 12% | 28% |
| 9 | Диапазон 2 | 27,9..33 | 22% | 56% |
| 10 | Диапазон 3 | 33,1..38,2 | 31% | 12% |
| 11 | Диапазон 4 | 38,3..43,4 | 25% | 3% |
| 12 | Диапазон 5 | 43,5..48,7 | 6% | 0% |

Рис. 17 Вероятность попадания значений признаков в диапазоны

На рис. 18, 19 представлены информативные признаки *NO* и *АПФ* соответственно.

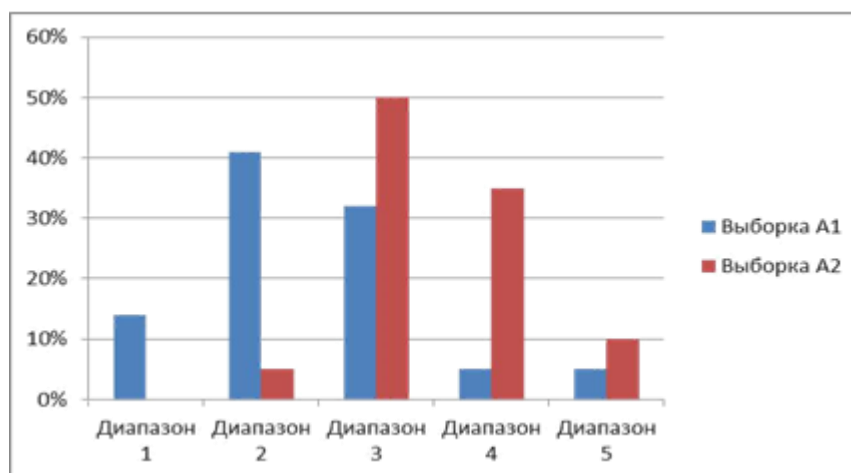


Рис. 18 Информативный признак *NO*

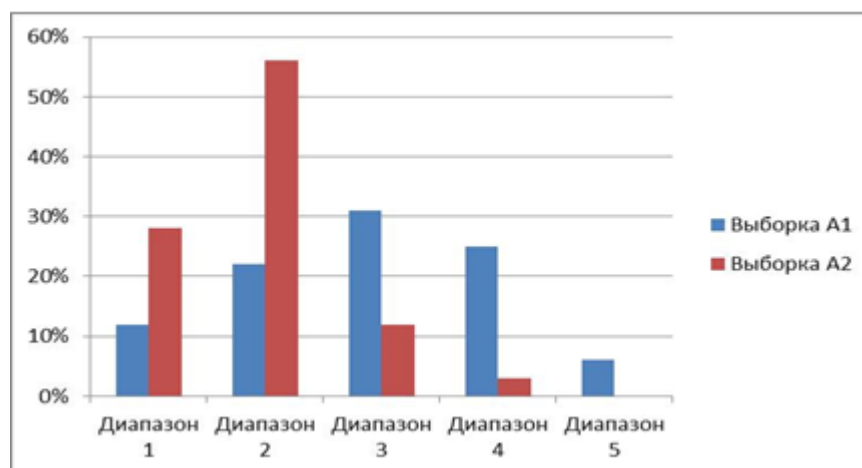


Рис.19 Информативный признак АПФ

Далее приведены примеры неинформативных признаков. Например, возьмем признак *масса* из первой группы лечения с информативностью равной 0,23 и признаки *ПИ* из 2-ой группы лечения с информативностью 0,33. На рис. 20 представлены вероятности попадания значений данных в диапазоны, на основе которых построены графики.

| | A | B | C | D |
|----|------------|------------|------------|------------|
| 1 | Масса | Диапазон | Выборка A1 | Выборка A2 |
| 2 | Диапазон 1 | 33,5..47,3 | 8% | 8% |
| 3 | Диапазон 2 | 47,4..61,1 | 32% | 38% |
| 4 | Диапазон 3 | 61,2..75 | 34% | 34% |
| 5 | Диапазон 4 | 75,1..88,9 | 14% | 12% |
| 6 | Диапазон 5 | 89..103 | 12% | 8% |
| 7 | ПИ | Диапазон | Выборка A1 | Выборка A2 |
| 8 | Диапазон 1 | 5,19..17,5 | 5% | 10% |
| 9 | Диапазон 2 | 17,6..29,8 | 34% | 35% |
| 10 | Диапазон 3 | 29,9..42,1 | 32% | 38% |
| 11 | Диапазон 4 | 42,2..54,4 | 24% | 12% |
| 12 | Диапазон 5 | 54,5..67 | 2% | 5% |

Рис.20 Вероятности попадания значений признаков *масса* и *ПИ* в диапазоны

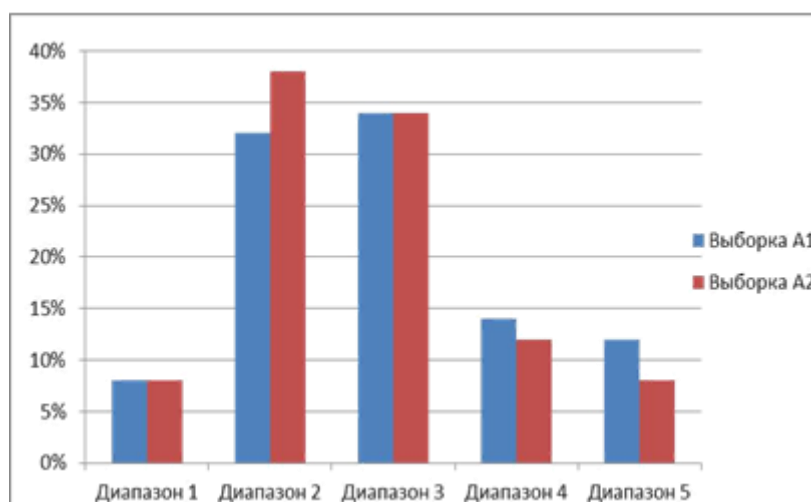


Рис.21 Неинформативный признак *масса*

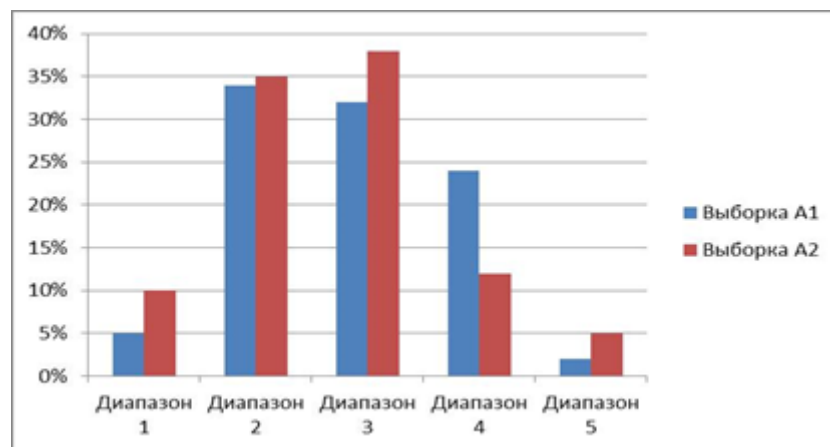


Рис.22 Неинформативный признак *ПИ*

Из графиков видно, что чем больше разница в сдвиге, тем информативнее признак. На рис. 18 хорошо видны сдвиги выборок, выборка A1 смещена в левую стороны, выборка A2 – в правую. На графиках, где разница между выборками не значительная, наглядно можно увидеть, что признаки считаются неинформативными. В результате решения задачи сокращения размерности многомерных данных из 55 клинико-лабораторных показателей получили 27 информативных, которые несут полезную информацию для определения комплекса лечения.

3.4 Описание операторов в Rapid Miner

Схема построения дерева решений в Rapid Miner описывается следующими этапами:

1. Импорт данных, в результате которого получается исходная выборка;
2. На основе полученной обучающей выборки получаем обученную модель (дерево решений);
3. Применение модели для тестовой выборки.
4. Результат критерия производительности задачи классификации (процент правильно классифицированных примеров).

В результате получаем модель, которой можно воспользоваться для новых данных и схему дерева решений, отображающая правила, по которым

алгоритм производит свою классификацию. На рис.23 представлены операторы для построения дерева решений.

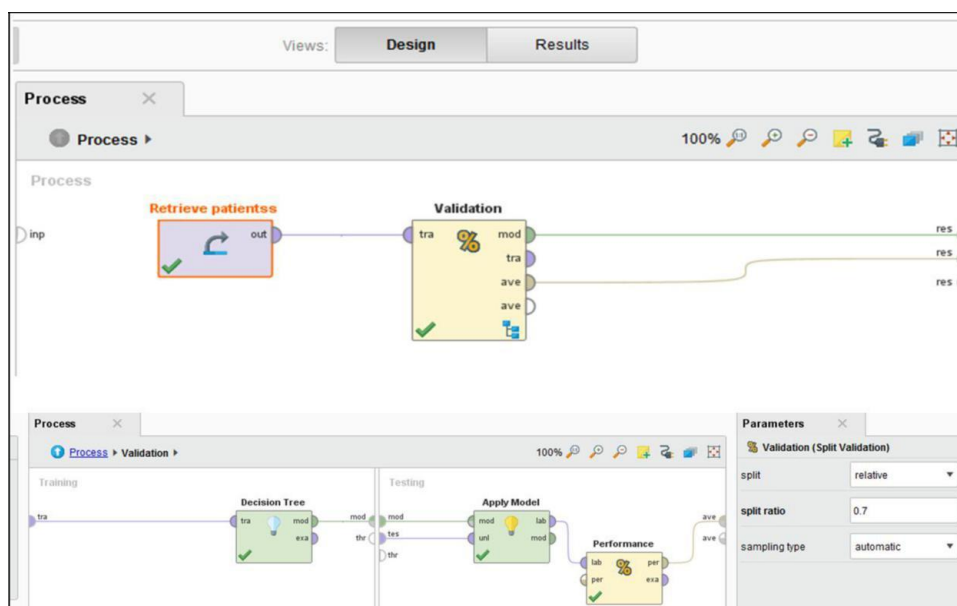


Рис.23 Операторы в Rapid Miner

Оператор «Retrieve» - этот оператор получает доступ к хранящейся в репозитории (хранилище) информации и загружает её в процесс, загрузка клинико-лабораторных показателей.

Оператор «Validation» - имеет два подпроцесса: подпроцесс обучения и подпроцесс тестирования. Подпроцесс обучения используется для обучения или построения модели, затем обученная модель применяется в подпроцессе тестирования. Оператор выполняет проверку для оценки производительности обучающего оператора. В основном оператор используется для оценки того, насколько точно модель, изученная конкретным оператором обучения будет работать на практике. Размер обучающего и тестового подмножеств можно регулировать с помощью различных параметров.

К параметрам относятся split (разбиение) - указывает, как должен быть разделен обучающий набор. Данный параметр имеет следующие значения: относительное (при этом необходимо задать относительный размер обучающего набора, значение должно быть от 1 до 0, где 1 означает, что весь обучающий набор будет использоваться в качестве тренировочного набора)

или абсолютное разбиение (где нужно указать точное количество примеров для использования в наборе обучения или теста). Другой параметр `samplingtype` (тип выборки) позволяет выбрать линейную выборку, когда примеры берутся последовательно, перетасованную, примеры который выбираются случайным образом, стратифицированную выборку, при которой строятся случайные подмножества, так что каждое подмножество содержит примерно одинаковые пропорции двух значений меток классов и автоматическую. При автоматическом режиме по умолчанию используется стратифицированную выборку. Если обучающая выборка не содержит номинальной метки, вместо этого будет использоваться перетасованная выборка.

Подпроцесс обучение включает в себя оператор «Decision Tree» - генерирует модель дерева решений, которая используется для классификации. В параметрах оператора можно настроить критерий, по которому будут выбраны атрибуты для разбиения, минимальное количество объектов в поддереве, максимальную глубину дерева.

Подпроцесс тестирования включает операторы: «Apply Model», на входе этого оператора подается обученная модель и тестируемые данные, на выходе получаем применение этой модели к тестируемой выборке; и оператор «Performance (Classification)», используемый для статистической оценки эффективности задач классификации. Для этого оператора можно выбрать из списка критерий производительности задачи классификации.

Для исследуемых данных установили относительное распределение с размером обучающего набора 0.7, автоматический режим выборки, для классификации выбран критерий «точность», показывающий процент правильно классифицированных примеров.

В параметрах дерева решений установили критерий энтропии для выбора атрибутов для разбиения, минимальное количество объектов в поддереве 2, максимальную глубину дерева 20.

3.5 Построение дерева решений

Исходными данными для построения дерева решений являются информативные признаки, полученные в результате расчета информативности. Процент отнесения объекта к определенной группе равен 96,88% (рис.24).

| accuracy: 96.88% | | | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| | true group1 | true group2 | true group3 | true group4 | true group5 | class precision |
| pred. group1 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100.00% |
| pred. group2 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 81.82% |
| pred. group3 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 100.00% |
| pred. group4 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 100.00% |
| pred. group5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 100.00% |
| class recall | 91.30% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | |

Рис.24 Процент правильно классифицированных примеров

В результате получили дерево решений со следующей структурой:

- 10 веток. Ветка – правило, по которому получается поддерева;
- 10 поддеревьев. Поддерево – множество объектов, полученное из некоторого правила.
- 6 листьев. Листья представляют собой некоторое правило решений относительно целевого параметра.
- 5 узлов. Узел - место, в котором происходит разветвление дерева на поддерева, в момент создания узлов решается насколько и как будет расширено дерево.

Описание дерева решений представлено на рис.25.

| Tree | |
|---|--|
| TMT > 13.200 | |
| ObRabotos > 150 | |
| NO > 3.500: group3 {group1=0, group2=0, group3=46, group4=0, group5=0} | |
| NO ≤ 3.500: group4 {group1=0, group2=0, group3=0, group4=42, group5=0} | |
| ObRabotos ≤ 150 | |
| Leptin > 58.100 | |
| Leptin > 62.550: group1 {group1=5, group2=1, group3=0, group4=0, group5=0} | |
| Leptin ≤ 62.550: group2 {group1=0, group2=28, group3=0, group4=0, group5=0} | |
| Leptin ≤ 58.100: group1 {group1=71, group2=1, group3=0, group4=0, group5=0} | |
| TMT ≤ 13.200: group5 {group1=0, group2=0, group3=0, group4=0, group5=18} | |

Рис.25 Дерево решений

В ходе построения дерева решений были получены следующие логические правила для определения группы лечения:

1. Если $TMT > 13.200$ и Об.раб-сть > 150 и $NO > 3.500$, то третья группа лечения.
2. Если $TMT > 13.200$ и Об.раб-сть > 150 и $NO \leq 3.500$, то четвертая группа лечения.
3. Если $TMT > 13.200$ и Об.раб-ст ≤ 150 и $58.100 < \text{Лептин} < 62.550$, то первая группа лечения.
4. Если $TMT > 13.200$ и Об.раб-ст ≤ 150 и $58.100 < \text{Лептин} \leq 62.550$, то вторая группа лечения.
5. Если $TMT > 13.200$ и Об.раб-ст ≤ 150 и $58.100 \leq \text{Лептин}$, то первая группа лечения.
6. Если $TMT \leq 13.200$, то пятая группа лечения.

Графическое построение дерева решений представлено на рис. 26.

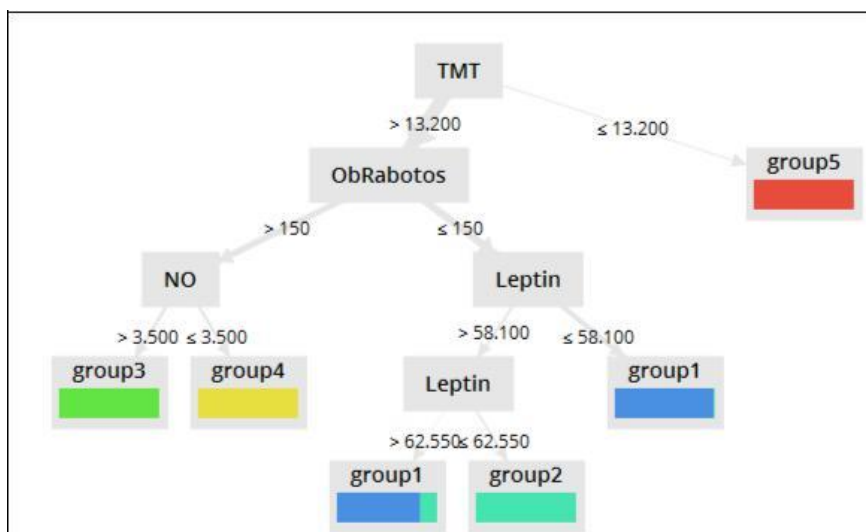


Рис.26 Графическое построение дерева решений

3.6 Алгоритм СППВР для выбора тактики лечения

В результате проведения исследования был разработан алгоритм поддержки принятия врачебных решения для выбора тактики лечения для детей и подростков с ожирением (рис.27).

Алгоритм СППВР состоит из следующих этапов:

1. Массив данных. Томским НИИ курортологии и физиотерапии были предоставлены исходные данные - клинико-лабораторные показатели детей и подростков, страдающих ожирением.

2. Первичная обработка данных. Далее выполнялась очистка данных с помощью анализа выбросов в программном продукте RStudio и анализа пропущенных значений методом средних значений.

3. Сокращение размерности. Для уменьшения размерности данных выбрали расчёт информативности по Кульбаку, из множества признаков отобрали наиболее информативные в каждой группе лечения.

4. В результате очистки данных и сокращения размерности, сформировали обучающую и тестовую выборку для формирования базы знаний. В качестве метода построения базы знаний был выбран - метод построения дерева решений.

5. Дерево решений построено в программном продукте Rapid Miner, на основе которого получили логические правила.

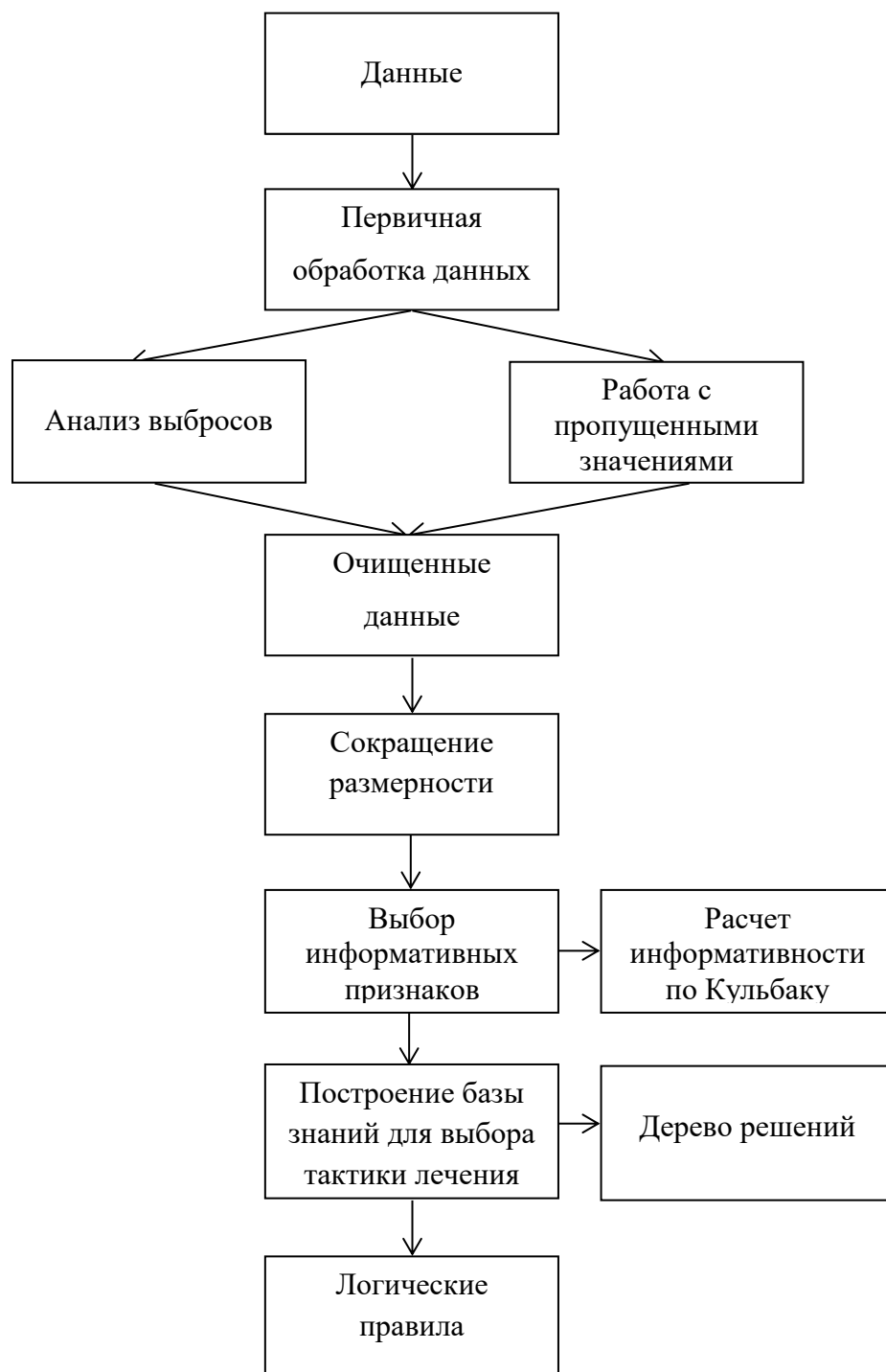


Рис.27 Алгоритм СППВР для выбора траектории лечения

В ходе выполнения разработанного в рамках ВКР алгоритма было произведено сокращение размерности данных, методом оценки информативности по Кульбаку и построение дерева решений. Дерево решений позволило получить логические правила, по которым для вновь прибывшего пациента можно определить группу лечения по его клинико-лабораторным показателям.

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для рассмотрения потенциальных потребителей проведем анализ целевого рынка и его сегментирования. Целевым рынком в данном исследовании являются медицинские учреждения. Выделим следующие критерии сегментирования рынка по разработке медицинских информационных систем: тип медицинского учреждения, вид медицинской информационной системы. В таблице 2 представлена карта сегментирования.

Таблица 2 - Карта сегментирования рынка услуг по разработке системы поддержки принятия решений

| Критерии | | Вид медицинской информационной системы | | |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| | | Информационные системы территориального, федерального уровней | Комплексная автоматизированная медицинская информационная система | Система поддержки принятия врачебных решений (экспертные системы) |
| Тип медицинского учреждения | Учреждения стационарного типа (больницы, клиники) | Электронная медицина (г. Ростов-на-Дону) | Авиценна (г. Санкт-Петербург) | |
| | Медицинские научно-исследовательские институты(НИИ) | | Медиалог (г. Москва) | ДИАГЕН, ДИН (г. Москва) |
| | Амбулаторно-поликлинические учреждения | Барс. Здравоохранение (г. Казань) | Барс. Здравоохранение (г. Казань) | |

По таблице видно, какие ниши на рынке услуг по разработке медицинских информационных систем не использованы конкурентами и в каких сегментах конкуренция не очень высокая.

Результаты сегментирования:

- основными сегментами рынка являются – информационные системы территориального, федерального уровней для медицинских научно-исследовательских институтов, системы поддержки принятия врачебных решений для учреждения стационарного типа и для амбулаторно-поликлинических учреждений.

- разрабатываемая система может занять сегмент систем поддержки принятия врачебных решений и применяться не только в амбулаторно-поликлинических и стационарного типа учреждениях, но также в медицинских научно-исследовательских институтах. Так как можно считать, что в данном сегменте (медицинские НИИ) нет конкурентов в области медицины, связанной с ожирением детей и подростков, системы ДИАГЕН, ДИН ориентированы на другие наследственные болезни у детей.

Разрабатываемая система поддержки принятия врачебных решений может быть создана для НИИ Курортологии и физиотерапии г.Томска, так как исследование проводится на основе предоставленных ими данными.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с целью, чтобы оценить эффективность научной разработки по сравнению с конкурентами. Для сравнительного анализа возьмём существующие экспертные системы: «ДИАГЕН» –система диагностики наследственных болезней у детей, «ДИН» –ориентирована на распознавание неотложного состояния у детей. Для данного анализа воспользуемся оценочной картой (таблица 3).

Таблица 3 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|--|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _ф | Б _{к1} | Б _{к2} | К _ф | К _{к1} | К _{к2} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1. Удобство в эксплуатации | 0,25 | 5 | 5 | 4 | 1,25 | 1,25 | 1 |
| 2. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,1 | 5 | 4 | 5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |
| 3. Улучшение производительности труда заказчика | 0,15 | 4 | 3 | 3 | 0,6 | 0,45 | 0,45 |
| 4. Потребность в ресурсах памяти | 0,1 | 3 | 3 | 2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| 5. Качество интеллектуального интерфейса | 0,05 | 5 | 4 | 3 | 0,5 | 0,2 | 0,15 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Цена | 0,1 | 3 | 3 | 4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| 2. Конкурентоспособность разработки | 0,05 | 4 | 4 | 4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 3. Уровень востребованности среди потребителей | 0,05 | 4 | 4 | 3 | 0,2 | 0,2 | 0,15 |
| 4. Финансирование научной разработки | 0,05 | 3 | 3 | 3 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 5. Срок исполнения | 0,1 | 3 | 5 | 4 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| Итого | 1 | 39 | 38 | 35 | 4,3 | 3,95 | 3,6 |

Исходя из расчетов в таблице 3 можно сделать вывод, что наша разработка имеет достаточно высокий уровень конкурентоспособности. Позиции конкурентов наиболее уязвимы в техническом развитии. Данные пункты определяют конкурентное преимущество нашей разработки.

Анализ конкурентных технических решений рассчитываем по формуле :

$$K = \sum B_i * B_i \quad (2)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) - инструмент измерения характеристик, который описывает качество новой разработки, а также ее перспективность на рынке. Технология позволяет принимать решение о целесообразности вложения капитала в НИР. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов. Оценочная карта представлена в таблице 4.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1-наиболее слабая позиция, а 100—наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4 - Оценочная карта

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5x2) |
|--|--------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| 1. Удобство в эксплуатации | 0,25 | 80 | 100 | 0,8 | 0,2 |
| 2. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,1 | 80 | 100 | 0,8 | 0,06 |
| 3. Улучшение производительности и труда заказчика | 0,15 | 70 | 100 | 0,7 | 0,105 |
| 4. Потребность в ресурсах памяти | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,07 |
| 5. Качество интеллектуального интерфейса | 0,05 | 90 | 100 | 0,9 | 0,045 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| 6. Перспективность рынка | 0.25 | 80 | 100 | 0,8 | 0,2 |

| | | | | | |
|--------------|----------|-----|-----|------------|-------------|
| 7. Цена | 0,1 | 100 | 100 | 1,0 | 0,1 |
| Итого | 1 | | | 5,7 | 0,78 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum P_i * 100 = 0.78 * 100 = 78 \quad (3)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки;

P – средневзвешенное значение показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Из расчетов можно сделать вывод, что разработку можно считать перспективной выше среднего.

4.1.5 SWOT-анализ

SWOT–анализ является одним из самых распространенных методов стратегического планирования, при котором определяются сильные, слабые стороны, возможности и угрозы научно-исследовательского проекта (таблица 5).

Таблица 5 - SWOT-анализ

| | | |
|--|--|--|
| | Сильные стороны: С1. Уменьшение неверных назначений врачей и сокращение врачебных ошибок | Слабые стороны: Сл.1. Возможны сбои в работе информационной системы Сл.2. Угроза утечки персональных данных |
|--|--|--|

| | | |
|---|--|--|
| | <p>С2. Отсутствие аналогов СППВР, направленных на выбор траектории лечения детей с избыточной массой тела</p> <p>С3. Количество диагностических предположений становится менее зависимым от личного опыта и знаний врача</p> <p>С4. Увеличение скорости выбора тактики лечения</p> | <p>Сл.3. Неправильно сформированная база знаний в системе, вследствие чего неверные назначения группы лечения</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Рост спроса, появление новых клиентов</p> <p>В2. Расширение сферы деятельности с одного города на территориальный/федеральный уровень</p> | <p>В1С1С3С4 – сильные стороны разработки влияют на увеличение спроса</p> <p>В2С2 – за счет отсутствия аналогов системы, разработка может выйти на новый уровень</p> | <p>В1Сл1Сл3 – за счет сбоев может произойти уменьшение скорости работы системы</p> <p>В1Сл2 – потеря данных клиентов из-за утечки информации</p> <p>В2Сл1 – нет возможности расширения системы</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление конкурентов в области СППВР</p> <p>У2. Отсутствие спроса СППВР</p> | <p>У1С2-аз-за отсутствия аналогов могут появиться конкуренты</p> <p>У2С1 – поиск медицинских учреждений, гибкость системы</p> | <p>У1Сл1Сл2Сл3 – доработка системы, расширение возможностей, гибкость системы</p> <p>У2Сл2 – улучшение конфиденциальности данных за счет принятия мер по защите информации</p> |

В ходе проведенного анализа внутренней и внешней среды выявили ряд проблем, которые могут возникнуть, поэтому можно предложить ряд рекомендаций:

- грамотный выбор и тестирование инструментария для формирования базы знаний;
- проверка данных на достоверность и первичная их обработка;
- расширение возможностей системы;
- поиск дополнительных медицинских учреждений;
- при разработке системы учесть меры по защите данных.

В совокупности данные рекомендации позволят уменьшить слабые стороны и увеличить результативность информационной системы.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения проекта оценивается в человеко-часах и зависит от множества факторов, которые сложно учесть при разработке. Для реализации проекта необходимо 2 исполнителя – научный руководитель (НР), студент (С). Этапы работы проекта представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № этапа | Содержание работ | Исполнитель |
|--|---------|--|-------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания | НР, С |
| Выбор направления исследований | 2 | Подбор материалов по теме | НР, С |
| | 3 | Изучение материалов по теме | С |
| | 4 | Выбор направления | С, НР |
| | 5 | Календарное планирование работ по теме | НР, С |
| Проектирование структуры и разработка ИС | 6 | Проектирование структуры ИС | С |
| | 7 | Разработка ИС | С |
| | 8 | Тестирование ИС | С |
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Оценка эффективности полученных результатов | С, НР |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 10 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | С |

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки зачастую приходится на заработную плату исполнителей, поэтому важно определить трудоемкость каждого из участников. Ожидаемая трудоемкость находится по формуле

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3*t_{\text{min}i} + 2*t_{\text{max}i}}{5} \quad (4)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$t_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (5)$$

где t_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой. Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} \quad (6)$$

где t_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

t_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{t_{\text{кал}}}{t_{\text{кал}} - t_{\text{вых}} - t_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 16} = 1,5 \quad (7)$$

где: $t_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$t_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$t_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Таблица 7 - Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы | Трудоемкость работ | | | Длительность работ в рабочих днях t_{pi} | Длительность работ в календарных днях t_{ki} |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---|---|
| | t_{\min} чел-дни | t_{\max} чел-дни | $t_{ожi}$ чел-дни | | |

| | С | Н Р | С | Н Р | С | Н Р | Одновременное выполнение работ | | Одновременное выполнение работ | |
|--|----|--------|----|--------|------|--------|--------------------------------|-----|--------------------------------|----|
| | | | | | | | С | НР | С | НР |
| Составление и утверждение технического задания | 4 | 1 | 6 | 2 | 4,8 | 1,4 | 2,4 | 0,7 | 4 | 1 |
| Подбор материалов по теме | 7 | 2 | 12 | 4 | 9 | 2,8 | 4,5 | 1,4 | 7 | 2 |
| Изучение материалов по теме | 14 | 0 | 18 | 0 | 15,6 | 0 | 15,6 | 0 | 23 | 0 |
| Выбор направления | 7 | 2 | 12 | 3 | 9 | 2,4 | 4,5 | 1,2 | 7 | 2 |
| Календарное планирование работ по теме | 4 | 1 | 10 | 2 | 8,4 | 1,8 | 4,2 | 0,9 | 6 | 2 |
| Проектирование структуры ИС | 20 | 0 | 25 | 0 | 22 | 0 | 22 | 0 | 33 | 0 |
| Разработка ИС | 20 | 0 | 27 | 0 | 22,8 | 0 | 22,8 | 0 | 34 | 0 |
| Тестирование ИС | 1 | 0 | 2 | 0 | 1,4 | 0 | 1,4 | 0 | 2 | 0 |
| Оценка эффективности полученных результатов | 2 | 2 | 5 | 3 | 3,8 | 2,4 | 1,9 | 1,2 | 3 | 2 |
| Составление пояснительной записки | 3 | 0 | 20 | 0 | 9,8 | 0 | 9,8 | 0 | 15 | 0 |
| Итого | | | | | | | | | 134 | 9 |

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 7 «Временные показатели проведения научного исследования» создадим диаграмму Ганта, которая строилась при максимальном количестве дней каждой работы(Рис.28).

| № эта па | Этап | Испол- нители | Т _н | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|------------------|----------------|------------------------------------|---|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|
| | | | | Февраль | | | Март | | | Апрель | | | Май | | |
| 1 | Составление и утверждение технического задания | НР | 1 | ■ | | | | | | | | | | | |
| | | С | 4 | ■ | | | | | | | | | | | |
| 2 | Подбор материалов по теме | НР | 2 | ■ | | | | | | | | | | | |
| | | С | 7 | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Изучение материалов по теме | С | 23 | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 4 | Выбор направления | НР | 2 | | | | ■ | | | | | | | | |
| | | С | 7 | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 5 | Календарное планирование работ по теме | НР | 2 | | | | ■ | | | | | | | | |
| | | С | 6 | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 6 | Проектирование структуры ИС | С | 33 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 7 | Разработка ИС | С | 34 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| 8 | Тестирование ИС | С | 2 | | | | | | | | | | ■ | | |
| 9 | Оценка эффективности полученных результатов | НР | 2 | | | | | | | | | | ■ | | |
| | | С | 3 | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| 10 | Составление пояснительной записки | С | 15 | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

Рис.28 Диаграмма Ганта

4.4 Бюджет научно-технического исследования

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета разработки используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты разработки;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на научные и производственные командировки;
- накладные расходы.

4.5 Расчет материальных затрат

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_t) * \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{\text{расх}i} \quad (8)$$

где кдоп – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

кдоп равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 10.

Таблица 8 - Расчет дополнительной заработной платы

| Исполнители | Основная зарплата (руб.) | Коэффициента дополнительной заработной платы (к _{доп}) | Дополнительная зарплата (руб.) |
|--------------|--------------------------|--|--------------------------------|
| Руководитель | 23443,92 | 0,12 | 2813,27 |
| Студент | 17940,15 | 0,12 | 2152,82 |
| Итого: | | | 4966,09 |

4.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (9)$$

где квнеб – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году, пониженная ставка – 27,1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Руководитель проекта | 23443,92 | 2813,27 |
| Студент | 17940,15 | 2152,82 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 27,1% | |

| Итого | |
|--------------|----------|
| Руководитель | 7115,70 |
| Студент | 5445,20 |
| Итого | 12560,90 |

4.7 Расчет затрат на научные и производственные командировки

На данном этапе в научных и производственных командировках нет необходимости.

4.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{\text{нак}} = \sum \text{Ст} * k_{\text{нр}} \quad (10)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы,

Ст – затраты по статьям накладных расходов

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{нак}} = (12560,90 + 4966,09 + 41384,07 + 58755) * 0.16 = 18826,57$$

4.9 Контрагентные расходы

На данном этапе невозможно оценить влияние контрагентных расходов на проект.

4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма (руб.) |
|---|--------------|
| 1. Материальные затраты НТИ | 58755 |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 41384,07 |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 4966,09 |
| 4. Затраты на отчисления во внебюджетный фонд | 12560,90 |
| 5. Затраты на научные и производственные командировки | 0 |
| 6. Контрагентские расходы | 0 |
| 7. Накладные расходы | 18828,57 |
| 8. Бюджет затрат НТИ | 136494,63 |

Выводы по разделу

В ходе выполнения задания по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был определен целевой рынок разработки, выполнена оценка качества и перспективности по технологии QuaD, которая говорит о том, что данное исследование является перспективным. С помощью SWOT-анализа определены сильные и слабые стороны проекта.

При анализе конкурентных технических решений определена трудоёмкость проекта. календарных днях она составила 134, что меньше по сравнению с другими разработками. На основе временных показателей проведения научного исследования построен календарный план-график.

Глава 5 Социальная ответственность

Во время своей трудовой деятельности человек подвергается воздействию вредных производственных факторов, специфика и количество которых зависит от характера труда. Разработкой информационных систем занимается инженер-программист, профессиональная деятельность которого связана с длительной работой за компьютером. Это может негативно отразиться на здоровье человека: ухудшение зрения, нарушение осанки, психологическая нагрузка, вредные излучения.

Данный раздел выпускной квалификационной работы посвящен выявлению и анализу вредных и опасных факторов труда, оценке степени их влияния, а также выявлению возможных мер по снижению их воздействия на работу инженера-программиста и обеспечению благоприятных условий труда. Кроме того рассматриваются вопросы пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Работа выполнялась в помещении, общая площадь которого составляет 35 м². В помещении для выполнения исследования было использовано 1 компьютерное место. При организации рабочего места с компьютером необходимо учитывать санитарные правила и нормы для создания безопасных и комфортных условий труда.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 11 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ с автоматизированной беспроводной системой измерений параметров окружающей среды.

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003–74) | | Нормативные документы |
|--|-------------------------------|---------|-----------------------|
| | Вредные | Опасные | |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Информационная система для автоматизации учета данных производства готовой продукции | 1. Недостаток естественного освещения; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; 4. Неоптимальный микроклимат помещения; 5. Повышенные психоэмоциональные нагрузки. | 1. Электрический ток 2. Короткое замыкание 3. Статическое электричество | СанПиН 2.2.4.548–96. [1]. СанПиН 2.2.4.1191–03. [2]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. [3]. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. [4]. ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ. [5]. ГОСТ 12.1.004–91 [6]. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ.[9] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03[10] ГОСТ Р 51768-2001.[11] |
|--|---|---|---|

5.1.2 Микроклимат

Основными параметрами, определяющими микроклимат в помещении, являются температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха.

Оптимальное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха создает комфортные условия для работы.

На рабочих местах пользователей персональных компьютеров должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. Согласно этому документу для категории тяжести работ 1а температура воздуха должна быть в холодный период года не более 22-24°C, в теплый период года 20-25°C. Относительная влажность должна составлять 40-60%, скорость движения воздуха — 0,1 м/с. Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха.

В кабинете, где выполнялась работа, параметры микроклимата соответствуют требованиям СанПиН.

5.1.3 Освещенность рабочей зоны

Естественное и искусственное освещение рабочего места оказывает влияние на физическое состояние и на работу сотрудника. Не надлежащего качество освещения ведет к ухудшению зрения работника.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, на поверхности рабочего стола освещенность пользователя ПЭВМ должна быть 300 – 500 лк. При освещении блики должны отсутствовать на поверхности экрана. Поверхность экрана должна быть до 300 лк. Так же, существуют общие требования и рекомендации к организации освещения на рабочем месте:

- Система общего равномерного должно регулировать искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ.
- Рабочие места следует размещать таким образом, чтобы естественный свет падал преимущественно слева, а дисплеи монитора были ориентированы боковой стороной к световым проемам; [27].

Вышеперечисленные меры полностью соблюдены, что позволит сохранить зрение работника или избежать пагубного воздействия на глаза.

5.1.4 Уровень шума и вибрации на рабочем месте

Одним из наиболее распространённых в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Допустимый уровень шума на рабочих местах пользователей персональных компьютеров не превышает значений, установленных СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и составляют не более 50 дБА.

Шумящее оборудование (АЦПУ, принтеры и т.п.), уровни шума которого превышают нормированные, находится вне помещения с ПЭВМ.

Для уменьшения шума и вибраций в помещениях оборудование и приборы, вызывающие эти факторы, установлены на специальных фундаментах и амортизирующие прокладки, описанные в нормативных документах.

Вибрация оборудования на рабочих местах не превышает допустимых величин, установленных СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 “Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ”.

В кабинете, где выполнялась работа, уровни шума и вибрации соответствуют требованиям СанПиН.

5.1.5 Нервно-психические перегрузки

Нервно-психическая перегрузка вызывается превышением нагрузки на центральную нервную систему и является стрессовым для организма. В случае объекта исследования, может быть вызвана малой подвижностью в течение рабочего дня и повышенной психоэмоциональной нагрузкой.

Малая подвижность в течение рабочего дня обусловлена монотонностью труда.

При работе с ПЭВМ основным фактором, влияющим на нервную систему работника, является большое количество информации, которое он должен воспринимать. Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности [27]. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; Б – работа по вводу информации; В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Работа сотрудников, которые пользуются ПЭВМ относится к группам А и Б.

Повышенные психоэмоциональные нагрузки так же могут быть причиной временного снижения трудоспособности человека. Появляется состояние утомленности (усталость), тревожности, равнодушия, что в свою очередь ослабляет нервную и иммунную систему человека.

Предупреждение пагубного влияния данного вредного фактора может быть осуществлено соблюдением режима труда и отдыха и возможностью хотя бы на короткий промежуток времени (перерыв) сменить род деятельности.

5.1.6 Высокий уровень статического электричества в рабочем помещении

Головные боли, нарушения сна, чрезмерная раздражительность и эмоциональность у работника может быть вызвана повышенным уровнем статического электричества. Основной опасностью статического электричества является возникновения быстрого искрового разряда между частями электрооборудования. Искровой разряд способен привести к выходу оборудования из строя и к возникновению пожара, получение электрических травм у работника.

ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» регламентирует значения показателей электростатических полей и уровня напряженности. Согласно этому регламенту, предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 часа [30].

Способом снижения статического электричества является заземление коммуникаций и оборудования, на которых могут появиться заряды статического электричества. Увеличение уровня влажности воздуха помещения является одним из действенных способов снижения статического напряжения.

5.1.7 Короткое замыкание

Короткое замыкание (КЗ) – электрическое соединение двух точек электрической цепи с различными значениями потенциала, не предусмотренное конструкцией устройства и нарушающее его нормальную работу. Короткое замыкание может возникать в результате нарушения изоляции токоведущих элементов или механического соприкосновения неизолированных элементов.

Персональный компьютер питается от сети 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены, отсутствуют оголённые токоведущие части;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование.

5.1.8 Электрический ток

Воздействие электрического тока на организм человека может вызывать поражения, исход которых зависит от многих факторов. Опасность воздействия электрического тока на человека велика еще и потому, что он незаметен для глаза, не слышим, не чувствуется на расстоянии, не имеет запаха, а воспринимается лишь в момент соприкосновения с незащищенными токонесущими проводами или деталями электроустановок и их корпусами, которые по каким-либо причинам попали под напряжение.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- проведение монтажных работ только исправным инструментом, аттестованным службой КИПиА с целью защиты от поражения электрическим током;
- заземление корпусов приборов и инструментов;

- исключение проведения работ на задней панели ПК при включенном сетевом напряжении;
- выполнение работ по устранению неисправностей только квалифицированным персоналом;
- непрерывное слежение за исправностью электропроводки.

5.2 Экологическая безопасность

Вопрос экологической безопасности является важным при исследовании. Ведь состояние защищенности природной среды и возможного негативного воздействия на неё зависит от самого человека.

Анализ негативного воздействия на окружающую среду включает в себя утилизацию люминесцентных ламп, компьютерной техники и оргтехники. Каждая люминесцентная лампа содержит в себе 3-5 мг ртути, которая находится в агрегатном состоянии в виде паров. Поврежденная лампа, высвобождая пары ртути, может вызвать тяжелое отравление. При вдыхании ее паров, организм человека получает поражение на нервную систему, печень, почки, желудочно-кишечный тракт. По гигиенической классификации ртуть относится к первому классу опасности (чрезвычайно опасное химическое вещество). Предельно допустимая концентрация ртути в атмосферном воздухе и воздухе жилых, общественных помещений составляет 0,0003 мг. В ходе повреждения одной лампы, в помещении без проветривания в течение нескольких часов концентрации ртути в воздухе может достигнуть до 0,05 мг и больше, что выше допустимого значения. Так же опасны выбросы и осадения ртути с осадками в воду, поскольку в результате деятельности микроорганизмов происходит образование растворимой в воде и токсичной метил ртути. Органические соединения ртути более токсичны, чем неорганические.

Поэтому должен быть организован централизованный сбор и утилизация люминесцентных ламп, но обычно отработанные лампы

выбрасываются вместе с обычным мусором с последующим размещением на полигонах твердых бытовых отходов, что недопустимо.

Компьютеры и оргтехнику в случае выхода из строя, либо по причине морального износа необходимо утилизировать. В том случае, если оргтехнику просто выбрасывают на мусорку, на старое оборудование могут воздействовать атмосферные осадки, что может привести к возникновению различных химических реакций с выделением вредных веществ. Утилизация компьютерной техники производится через специализированные организации, имеющие на это лицензию. В любой оргтехнике имеется определенное количество драгоценных металлов. Согласно российскому законодательству все организации в обязательном порядке должны проводить учет и движение драгоценных металлов. После проведения комплексной утилизации все чистые металлы сдаются в Госфонд России, что значительно улучшает экологическую ситуацию в стране.

5.3 Пожарная и взрывная безопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использовании принципов обеспечения безопасности.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Пожар в помещении представляет особую опасность, так как он представляет угрозу жизни и здоровью человека. Пожар также грозит уничтожением ЭВМ, аппаратуры, инструментов, документов, которые имеют

большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях.

Здание, в котором находится рабочее место инженера-программиста, по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории К1 (малопожароопасное), поскольку здесь присутствуют горючие (книги, документы, мебель, оргтехника и т.д.) и трудносгораемые вещества (сейфы, различное оборудование и т.д.), которые при взаимодействии с огнем могут гореть без взрыва. Само помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами.

В помещении источниками воспламенения могут быть:

- Неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр.
- Неисправные электроприборы. Необходимые меры для исключения пожара включают в себя: своевременный ремонт электроприборов, качественное исправление поломок, неиспользование неисправных электроприборов.
- Обогрев помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами. Открытые нагревательные поверхности могут привести к пожару, так как в помещении находятся бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага – легковоспламеняющийся предмет.
- Короткое замыкание в электропроводке. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой.
- Попадание в здание молнии. В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар;

- Несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару.

В современных ПК очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели, элементы электронных микросхем. При протекании по ним электрического тока выделяется определенное количество теплоты, что может привести к повышению температуры до 80-100°C. При этом возможно плавление изоляции, и как следствие короткое замыкание, которое сопровождается искрением и ведет к недопустимым перегрузкам элементов микросхем. Для отвода избыточной теплоты в ПК используют внутренние вентиляторы.

Для сведения возможности возникновения пожара в помещении к минимуму необходимо выполнять следующие организационные противопожарные меры:

- курить только в специально отведенных местах;
- проводить периодически инструктаж по технике безопасности;
- иметь в наличии план эвакуации людей при возникновении пожара;
- назначить ответственного за пожарную безопасность помещения.

Также необходимо соблюдать следующие технические противопожарные меры:

- по возможности снизить количество легко воспламеняющихся веществ, заменив их аналогами, неподдающимися горению;
- устранить возможные источники возгорания;
- иметь в обязательном наличии средства пожаротушения (огнетушители);
- провести пожарную сигнализацию в помещении;
- содержать электрооборудование в исправном состоянии, по возможности применяя средства, предотвращающие возникновение пожара;

- содержать пути и проходы эвакуации людей в свободном состоянии.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые и организационные вопросы задают требования для выбранного рода деятельности. Для учёта всех требований законодательства по организации работы необходимо провести анализ специальных норм трудового законодательства и организационных мероприятий по компоновке рабочей зоны для обеспечения эффективности работы трудящихся.

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ [31].

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. Продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

5.5 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Специальные ограничения работы специалиста – пользователя программой ограничиваются общими нормами трудового законодательства и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Согласно 12 пункту СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 женщины со времени установления беременности допускаются к работе на ПЭВМ до 3 часов за рабочую смену. Лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени

должны проходить обязательные предварительные медицинские осмотры. [27]

Согласно постановлению главного государственного санитарного врача РФ от 03.06.2003 № 118 продолжительность непрерывной работы без регламентированного перерыва должна быть меньше 1 часа. В зависимости от категории работы с ПЭВМ уровень нагрузки за рабочую смену может достигать до 6 часов с суммарным временем регламентированным временем перерывов от 50 мин. до 140 мин. В зависимости от продолжительности смены. Рекомендуется организовывать перерывы на 10-15 мин. через каждые 45-50 мин. работы. [32]

5.6 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны заключаются в правильном расположении персонального компьютера относительно оператора и правильном положении самого оператора во время работы. Рабочая зона, в том числе и рабочее место должны обеспечивать наивысшую эффективность работы оператора с минимальными нагрузками на здоровье человека. При несоблюдении условий работник может получить производственные травмы и хронические заболевания.

Большинство мероприятий регулируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 “Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ для взрослых пользователей”. В этом документе предусматриваются правила расположения высоты рабочей поверхности, рабочего стола, параметры конструкции рабочего стула по ширине, глубине, высоте, краях, углах наклона, подлокотниках. Данные параметры должны регулироваться для обеспечения комфорта работника. Помимо этого, рабочее место необходимо оборудовать подставкой для ног определенных параметров, клавиатуру как главный инструмент работника располагать определенным образом. [27]

Более подробно сидячее рабочее место определяется в ГОСТ 12.2.032-78. Этот документ описывает размерные характеристики рабочего места,

требования к размещению органов управления, требования к размещению средств отображения информации. [29]

При следовании этим документам необходимо также учитывать размеры работника, которые могут влиять на некоторые из заданных величин, которые выведены по среднестатистическим показателям.

Следование установленным правилам и дополнительным медицинским рекомендациям, выполнением специальных физических упражнений, снижающих нагрузку, позволит избежать травм и болезней, увеличить производительность работников, предупреждая раннее утомление.

Выводы по разделу

Проведя анализ по производственной, экологической безопасности, по безопасности в чрезвычайных ситуациях, изучив правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности можно сделать вывод о том, что на рабочем месте сотрудников, которые взаимодействуют непосредственно с программным обеспечением соблюдены все нормы безопасности и в профилактических целях для каждого пункта приведены меры по предосторожности.

Заключение

В результате выполнения выпускной работы были решены следующие задачи:

- был проведен обзор литературных источников и публикаций;
- была проведена первичная обработка подготовка данных – анализ выбросов и пропущенных значений, сформирован массив данных, готовый к дальнейшему исследованию;
- была решена задача снижения размерности многомерных данных за счет выявления и отбора информативных признаков;
- была построена база знаний на основе деревьев решений, определяющих выбор траектории лечения;
- сформирован алгоритм принятия решения о выборе траектории лечения для детей с ожирением.

Список источников

1. Карпов О.Э., Клименко Г.С., Лебедев Г.С. Применение интеллектуальных систем в здравоохранении// Современные наукоемкие технологии. – 2016. –№ 7 (часть 1) – С. 38–43.
2. Чеснокова И.В., Чернов В.И., Чернов А.В. Система поддержки принятия врачебных решений на догоспитальном этапе в терапии артериальной гипертензии//Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2007. –№ 3 – С.675–679.
3. Никитина М.И. Трехуровневая система поддержки принятия решений перинатальному мониторингу//Образовательные ресурсы и технологии. – 2014. – С. 151–156.
4. Атьков О., Кудряшов Ю., Прохоров А., Касимов О. Система поддержки принятия врачебных решений// Научная электронная библиотека «Киберленинка». – 2013.
5. Найданов Ч.А. Система поддержки принятия решений для предупреждения рисков возникновения критических состояний//Альманах современной науки и образования. – 2015. –№ 8(98). – С.92–95.
6. Купеева И.А., Разнатовский К.И., Раводин Р.А., Карелин В.В. Оценка эффективности интеллектуальной системы поддержки принятия врачебных решений//Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. – 2016. – Seria 10, p62–68.
7. Преферанский Н.Г. Экспертная составляющая индивидуальной комбинированной фармакотерапии как элемента системы поддержки принятия врачебных решений// Информационно-измерительные и управляющие системы. –2011. –№ 9(12) – С.50–52.
8. Усов В.Ю. Структура медицинской информационной системы поддержки решений, использующей алгоритмы интеллектуального анализа данных// Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. - № 2 – С.122–126.

9. Спирячин А.А., Бурковский В.Л., Воропаев А.П. Анализ эффективности использования метода нечеткой классификации и генетических алгоритмов в интеллектуальной системе поддержке принятия решений//Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2015.

10. Судокhov О.В., Петрова Т.Н., Алексеев Н.Ю., Фурсова Е.А. Построение информационного комплекса поддержки принятия врачебных решений в лечебно-диагностическом процессе больных сахарным диабетом в сочетании с артериальной гипертензией//Прикладные информационные аспекты медицины. – 2015.- №6 – С.4–9.

11. Чеснокова И.В. Использование системы поддержки принятия врачебных решений для диагностики и терапии артериальной гипертензии// Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2014. – №58 – С.162–167.

12. Кнышов Г.В., Настенко Е.А., Яковенко, А.В. Особенности проектирования медицинской информационной системы поддержки принятия решений, основанной на интеллектуальном анализе данных// Кибернетика и вычислительная техника. – 2014. –№3–С.79–87.

13. Никитяев В., Нагуманова Ю., Проничев А, Чистов К. Высокотехнологичная система поддержки принятия врачебных решений при диагнозе острых лейкозов//// Научная электронная библиотека «Киберленинка». – 2011. – С.70–73.

14. Картелишев А., Румянцев А., Смирнова Н. Актуальные проблемы ожирения у детей и подростков// Медпрактика. – 2010. – 280 с.

15. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32129-3/fulltext?elsca1=tlpr](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32129-3/fulltext?elsca1=tlpr).

16. Серебрякова В., Каждый десятый юноша-третьекурсник в Томске имеет избыточную массу тела. Официальный интернет-портал Администрации Томской области. [Электронный ресурс]. URL: <https://tomsk.gov.ru/news/front/view/id/13229>.
17. Gomez–Ambrosi J, Silva C, Galofre JC, Escalada J, Santos S, Millán D, Vila N, Ibanez P, Gil MJ, Valenti V, Rotellar F, Ramírez B, Salvador J, Fruhbeck G. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity//International Journal of Obesity. –2012, Vol. 36 Issue 2, p286, 9 p.
18. Курносов Ю.В. Алгебра аналитика. Секреты мастерства в аналитической работе. Базы знаний. – М: РУСАКИ. – 2015. – 227с.
19. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.. Базы знаний интеллектуальных систем – СПб: Питер, 2000 – 384 с.
20. Коробова И.Л. Методы представления знаний. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. – 2003. – 24 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2003/korobova.pdf> (дата обращения: 14.12.2017)
21. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 736 с.
22. Панфилов С.А., Язенин А.В.. Генетический алгоритм оптимизации структуры лингвистических переменных при построении баз знаний нечетких систем// Программные продукты и системы. – 2004. – №1(65).
23. Сидоров А.В. Алгоритмы создания дерева принятия решений. [Электронный ресурс]. URL: <http://econf.rae.ru/pdf/2014/03/3245.pdf> (дата обращения: 25.04.2018)
24. Шитиков В.К. Базовые графические возможности R: диаграммы размахов. [Электронный ресурс]. URL: http://ranalytics.blogspot.ru/2011/11/r_08.html#.WoP3m4PFK70 (дата обращения: 14.03.2018).

25. Е.В. Гублер. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов, 1978, 269 с.
26. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совместному освещению жилых и общественных зданий. –М.:Госкомсанэпиднадзор, 2003.
27. СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно - вычислительным машинам и организации работы. – М: Минздрав России, 2003.
28. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М: Минздрав России, 1997.
29. СанПин 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах, 2016.
30. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция при работе на персональном компьютере. –2001.
31. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М: ИПК издательство стандартов, 2001.
32. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М: 2009.